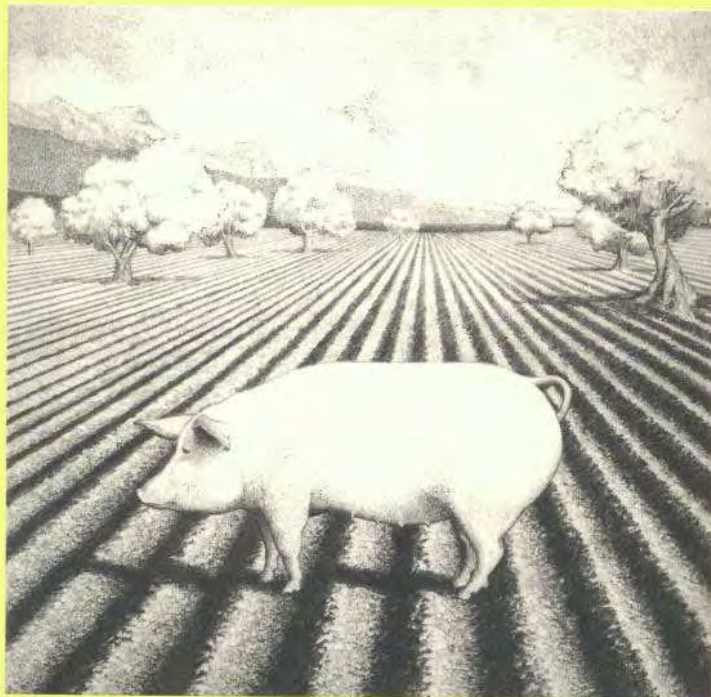


Manual de gestió dels purins i de la seva reutilització agrícola



Generalitat de Catalunya



Manual de gestió dels purins i de la seva reutilització agrícola



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
Junta de Residus



Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura
Ramaderia i Pesca

Biblioteca de Catalunya. Dades CIP

**Manual de gestió dels purins i de la seva
reutilització agrícola**

ISBN: 84-393-3236-X

I. Prats, Ignasi Ll. II. Catalunya. Departament
de Medi Ambient III. Catalunya. Junta de Residus IV. Catalunya.
Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca 1. Purins.

2. Adobs

631.862

La redacció d'aquest manual ha estat realitzada per:

Ricard Danès ⁽¹⁾	Enginyer agrònom. D.E.A. Fédéral Pédologie et Aménagement des Sols. Universitat de París VI.
Valèria Molina ⁽¹⁾	Magister en Anàlisi econòmica. Llicenciada en Ciències Econòmiques i Empresarials.
Ignasi Ll. Prats ⁽¹⁾	Enginyer Tècnic en Explotacions Agro-pecuàries. Diplomant en Enginyeria Ambiental.
Montserrat Álamos ⁽²⁾	Llicenciada en Veterinària.
Jaume Boixadera ⁽²⁾	Enginyer Agrònom. MSc Agropodology & Land Evaluation. Universitat de Wageningen. Cap de la Secció de Sòls i Fertilitzants.
Eduard Torres ⁽²⁾	Llicenciat en Veterinària. Inspector del Cos Nacional Veterinari. Cap del Servei de Ramaderia.

Coordinador: **Ignasi Ll. Prats**, Junta de Residus.

(1) Departament de Medi Ambient

(2) Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca

Disseny coberta: Manel Doménech

Disseny interior: Addenda

Primera edició: gener 1995

Edita: Departament de Medi Ambient, Junta de Residus
i Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca
Generalitat de Catalunya

ISBN: 84-393-3236-X

Dipòsit legal: B. 2.043-1995

Preimpresió: Addenda, S.C.C.L., Pau Claris, 92, Barcelona

Impressió: EDIM, S.C.C.L., Badajoz, 147, Barcelona

Impress en paper ecològic Inasset de 90 g (producte ECF)

Coberta impresa en paper ecològic Maine Club de 250 g (producte ECF)

Pròleg

Aquest *Manual de gestió dels purins i de la seva reutilització agrícola*, que ha elaborat conjuntament el Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca i el Departament de Medi Ambient, respon a una necessitat objectiva: trobar solucions preventives als problemes ambientals que l'activitat ramadera —com totes les altres activitats productives— pot ocasionar.

El sector porcí —el sector més fort de la ramaderia catalana— té davant seu, doncs, un repte important: fer que els purins deixin de ser una dificultat general per esdevenir una font de recursos per a l'agricultura.

De fet, es tracta d'aplicar, també en el sector agro-pecuari, els tres grans principis generals de la gestió dels residus: minimització, valorització i disposició correcta del rebuig. És possible reduir el volum de purins. És possible aprofitar-los com a fertilitzants agrícoles. I és necessari, sinó, tractar-los adequadament abans d'abocar-los als rius.

Amb aquest Manual, es vol aportar als pagesos i als ramaders de Catalunya les orientacions suficients per avançar en els dos primers dels principis esmentats. Així, hi trobareu informació sobre diversos aspectes: com minvar la quantitat de purí que es genera, com es pot caracteritzar, com s'ha d'aplicar als camps... També, s'ha inclòs un capítol econòmic, amb indicacions per calcular els costos d'aplicar els purins.

L'experiència mostra que la introducció de mesures preventives en les activitats que poden incidir negativament en el medi ambient no només redunda en benefici de l'entorn sinó que també ho fa en l'activitat mateixa. Pensem, doncs, que també s'ha d'aprofitar la resolució de la problemàtica dels purins per millorar les explotacions ramaderes. En qualsevol cas, Catalunya ha de tenir, també, una bona gestió dels purins per tal de continuar essent un país de qualitat.

Estem convençuts que aquest objectiu del Govern de la Generalitat és compartit, no només per la societat catalana, sinó també per tot el sector ramader. Per aquest motiu, no dubtem que un manual com aquest serà d'una gran utilitat.



Albert Vilalta
Conseller de Medi Ambient



Francesc Xavier Marimon
Conseller d'Agricultura, Ramaderia i Pesca

Índex

<i>Pròleg</i>	3
<i>Abreviacions i símbols</i>	9
<i>Introducció</i>	13

Primera part. La gestió dels fems i purins a l'explotació ramadera

<i>Capítol 1. Producció de fems i purins: la seva reducció a origen</i>	21
1. Introducció	21
2. Reducció del volum en els purins	22
3. Reducció del contingut de nitrogen, fòsfor i altres elements minerals presents al purí	28
3.1. Reducció del nitrogen	28
3.2. Reducció del fòsfor	30
3.3. Altres elements minerals (metalls pesants)	31
<i>Capítol 2. Tractaments aplicables sobre els purins</i>	33
1. Introducció	33
2. Classificació dels sistemes de tractament	34
3. Pre-tractaments	35
3.1. Separació sòlid-líquid	35
3.2. Fluïdificants i/o desodoritzants	37
4. Tractaments	38
4.1. Tractaments físico-químics	38
4.2. Tractaments biològics	39
5. Post-tractaments	41
5.1. Llacunatge	41
5.2. Filtre verd	42
5.3. Físico-químics	42

6. Tractaments integrals	44
7. Costos d'exploració	44
8. Petits i grans equips	44
9. Ús i manteniment	45

Capítol 3. L'emmagatzematge dels fems i dels purins 49

1. Introducció	49
2. Sistemes de recollida i emmagatzematge	50
3. Fosses i basses	51
3.1. Característiques constructives	52
3.2. Dipòsits i conduccions	52
3.3. Basses impermeabilitzades	54
3.4. Cobertura	55
3.5. Buidatge	57
4. Capacitat d'emmagatzematge	58

Segona part. L'agricultura i la fertilització amb purins

Capítol 4. Valor fertilitzant 65

1. Introducció	65
2. Necessitats del cultiu	66
3. Aportacions del sòl i dels purins	68
3.1. Del sòl	68
3.2. Dels purins de porc	68
4. Composició química dels purins de porc	71

Capítol 5. Càlcul de les aportacions d'elements nutritius procedents dels purins de porc i de la dosi de purí a aplicar 77

1. Introducció	77
2. Càlcul de les aportacions dels purins de porc	77
2.1. Criteris de càlcul	77
2.2. Metodologia de càlcul	78
3. Càlcul de la dosi	80
4. Exemples de càlcul de la dosi d'aplicació	82

Capítol 6. Orientacions d'ús a partir de dades mitjanes comarcals 89

Tercera part. El valor econòmic dels purins com a fertilitzant

<i>Capítol 7. Model per a l'estimació dels costos anuals associats a la gestió dels purins</i>	95
1. Introducció	95
2. Estimació de la producció anual del purí	95
3. Costos anuals de gestió del purí	96
3.1. Costos d'emmagatzematge dins de les instal·lacions de l'explotació	96
3.2. Costos de transport	98
3.3. Altres costos de gestió	99
 <i>Capítol 8. Model per a l'estimació dels costos associats a la fertilització: purins i adobs minerals</i>	 101
1. Introducció	101
2. Estudi comparatiu dels costos de fertilització	102
2.1. Cost d'aplicació	102
2.2. Cost del fertilitzant	104
2.3. Cost total de fertilitzar	105
2.4. Comparació dels costos associats a la fertilització amb purí o sense	105
 <i>Capítol 9. Exemples numèrics del càlcul dels costos de fertilitzar amb purí i/o adob mineral</i>	 107
1. Exemple 1: Fertilització d'un cultiu de blat de primavera amb aplicacions puntuals del purí	107
1.1. Dades prèvies	107
1.2. Càlcul de la dosi de fertilitzant	108
1.3. Càlcul dels costos de fertilització	109
1.4. Comparació dels costos associats a la fertilització amb purí o sense	110
2. Exemple 2: Fertilització d'un cultiu d'ordi d'hivern amb aplicacions anuals del purí	111
2.1. Dades prèvies	111
2.2. Càlcul de la dosi de fertilitzant	112
2.3. Càlcul dels costos de fertilització	113
2.4. Comparació dels costos associats a la fertilització amb purí o sense	114

3. Exemple 3: Fertilització d'un cultiu de blat de primavera amb aplicacions anuals del purí	114
3.1. Dades prèvies	114
3.2. Càlcul de la dosi de fertilitzant	115
3.3. Càlcul dels costos de fertilització	116
3.4. Comparació dels costos associats a la fertilització amb purí o sense	117
4. Consideracions generals sobre els exemples	117

Quarta part. Orientacions tècniques sobre la gestió i aplicació dels purins

<i>Capítol 10. Orientacions tècniques</i>	121
1. Gestió dels fems i dels purins dins de l'explotació ramadera	121
2. Aplicació agrícola dels purins	122

<i>Glossari</i>	125
---------------------------	-----

Abreviacions i símbols

AcoNH ₄	acetat amònic
atm	atmosfera
CH ₄	metà
cm	centímetre
cm/h	centímetre per hora
CO ₂	diòxid de carboni
CRAD	Capacitat de Retenció d'Aigua Disponible
°C	graus centígrads
DBO ₅	Demanda Biològica d'Oxigen en cinc dies
DQO	Demanda Química d'Oxigen
dS/m	deciSiemens per metre
g	grams
g/l	grams per litre
h	hora
H ⁺	protó
H ₂	hidrogen
H ₂ O	aigua
H ₂ S	sulfur d'hidrogen
ha	hectàrea
ITP	Institut Technique du Porc
K	potassi
K ₂ O	òxid de potassi
kg	quilograms
kg/ha	quilograms per hectàrea
kg/m ³	quilograms per metre cúbic
km	quilòmetres
kwh	quilovats-hora
kPa	quiloPascal
l	litre
m	metre
m/sg	metre per segon

m ²	metre quadrat
m ³	metre cúbic
m ³ /ha	metre cúbic per hectàrea
MES	matèries en suspensió
MF	matèria fresca
mg	mil·ligrams
mg/l	mil·ligrams per litre
min	minut
mm	mil·límetres
MO	matèria orgànica
MS	matèria seca
MST	matèria seca total
MVT	matèria volàtil total
N	nitrogen
N ₂	nitrogen mol·lecular
N _{amon.}	nitrogen en forma amoniacal
NH ₄ ⁺	amoni
NH ₃	amoníac
NO ₂	diòxid de nitrogen
NO ₃ ⁻	nitrat
N _{org.}	nitrogen en forma orgànica
N _T	nitrogen total (N _{amoniacal} + N _{nitric} + N _{orgànic})
N _{TK}	nitrogen total determinat pel mètode Kjeldahl
N-NO ₃	nitrogen en forma de nitrat
N-NH ₄ ⁺	nitrogen amoniacal
O ₂	oxigen
P	fòsfor
P ₂ O ₅	pentòxid de fòsfor
PEAD	polietilè d'alta densitat
p. ex.	per exemple
pH	potencial d'hidrogen (-log [H ⁺])
ppm	parts per milió
PTA	pessetes
PTA/h	pessetes per hora
PTA/Kwh	pessetes per quilovat-hora
PV	pes viu
PVC	policlorur de vinil
t	tona
SAU	superfície agrària útil
SAR	relació d'adsorció de sodi
UF	unitats fertilitzants

Símbols:

%	tant per cent
>	més gran que
<	més petit que
/	dividit per

Introducció

Darrerament s'ha posat en evidència una sensibilització creixent de la societat envers els temes mediambientals en general. En aquest marc, i molt recentment a Catalunya, ha anat quallant la idea que l'activitat ramadera és una activitat que pot provocar problemes mediambientals, bàsicament per contaminació.

Que es generin fems i/o purins no és una qüestió nova; sí que ho és, però, la seva incidència ambiental sobre el territori si no es realitza una gestió adequada i correcta.

El Manual de gestió dels purins i de la seva utilització agrícola s'ha elaborat amb la finalitat de millorar l'ús dels purins i facilitar la seva reutilització agrícola. El Manual dona un seguit d'orientacions perquè els purins s'apliquin segons el que anomenem dosis agronòmiques, tenint en compte les necessitats (extraccions) dels cultius i les característiques del terreny i del clima. En cap moment s'ha pretès que el Manual tingui caràcter normatiu, tot i que les tendències d'aplicació de purins al sòl són aportar nutrients per a les extraccions dels cultius, evitar excessos i mantenir la qualitat dels sòls i de les aigües.

La incorrecta gestió de fems i purins pot generar greus problemes a les explotacions porcines del nostre país (contaminació, denúncies, sancions administratives, clausura de l'activitat, etc.).

Es pot establir que contaminació és:

«qualsevol alteració física i/o química d'un medi o d'un espai territorial produïda per la incorporació puntual o contínua de substàncies, productes o elements que li són aliens o que, essent d'ús habitual, s'utilitzen de manera incontrolada, incorrecta o de forma abusiva».

És evident que, en el context agro-pecuari modern, la producció ramadera és una font generadora d'elevades quantitats de materials orgànics (fems i purins) i d'inorgànics (deixalles) que cal gestionar correctament. En relació als materials orgànics cal dir que en el moment que s'utilitzen exclusivament en el marc de l'explotació agrària queden exclosos de la normativa reguladora dels residus (Llei 6/1993, de 15 de juliol), mentre que si

surten fora de l'explotació es consideren com un residu subjecte a les disposicions que l'esmentada llei disposa, al qual s'ha de donar una gestió correcta i adequada.

Molt probablement la problemàtica associada a la gestió dels materials orgànics d'origen ramader s'agreujarà en els propers anys, ja que:

- L'explotació ramadera s'ha anat deslligant progressivament de l'explotació agrícola de tal forma que cada vegada són més nombroses les explotacions sense una base territorial suficient per reutilitzar els fems i els purins produïts a l'explotació.
- El cens ramader s'ha incrementat notablement en els darrers anys (sobretot el de bestiar porquí) mentre que la Superfície Agrària Útil —SAU— ha anat disminuint per diferents motius socials o polítics (pressió urbanística i d'infraestructures, abandonament de terres marginals, subvencions a l'abandonament de terres, etc.). Aquestes qüestions fan preveure que la càrrega ramadera augmentarà.
- La dimensió de les explotacions ramaderes (especialment la de les porcines) ha anat augmentant considerablement de tal forma que l'explotació pecuària es pot equiparar a una indústria pel que fa a la problemàtica en la gestió dels residus.

La dificultat de la gestió dels materials orgànics dins de la mateixa explotació o dins del sistema agrari ha portat en alguns casos abocar-los directament a les aigües superficials. Aquesta és una solució totalment inacceptable, ja que dóna lloc a nombrosos problemes de salut i mediamambientals.

La ingestió d'aigües molt contaminades pot tenir importants repercussions sobre la salut humana i animal.

Els abocaments directes de purins a aigües superficials fan que l'aigua deixi de ser potable de manera immediata, i provoca, si es consumeix, problemes gastrointestinals per una contaminació bacteriològica.

Aquests abocaments incorporen matèria orgànica a l'aigua que, si no es detecta, en clorar-se comporta l'aparició d'una sèrie de compostos químics (triclorometans) que perjudiquen la salut.

Aquestes incorporacions de matèria orgànica impliquen un sobrecost important en els processos de potabilització de les aigües de boca.

La presència de nitrats, procedents entre d'altres de la mineralització del nitrogen orgànic dels purins i/o fems, pot provocar que se superin els límits de la normativa vigent per declarar potable una aigua de consum. Actualment el límit en nitrats està en 50 mg/l.

A més a més, una concentració excessiva de nitrogen i de fòsfor a les

aigües superficials pot produir problemes d'eutrofització, és a dir, el creixement desmesurat d'algues i plantes aquàtiques que redueixen la quantitat d'oxigen dissolt a l'aigua, fet que provoca la mort de molts éssers vius.

Un dels aspectes importants per aconseguir una correcta gestió dels purins és el d'incidir en la reducció, per un costat, del volum de purí que es produeix en una granja i, per l'altre, en aquells aspectes que redueixen el vessant contaminant dels purins (quantitat de nitrogen, fòsfor i altres elements minerals), en més o menys quantitat, sempre sota el punt de vista de la reducció de costos en l'explotació, és a dir, la minimització del problema a origen.

Cal esmentar, i no està de més recordar-ho, que qualsevol tractament que s'apliqui sobre els purins representa un sobrecost en la seva gestió (maquinària, consum energètic, etc.). Aquests tractaments només són recomanables de dur-los a terme quan no es pugui realitzar una aplicació agrícola, quan els costos d'aquesta aplicació superin els dels tractaments, situació que hores d'ara, amb les dades que es tenen, no succeeix, o quan existeixen requeriments mediambientals (problemes locals) que comportin d'actuacions diferents a l'aplicació agrícola.

Malgrat aquestes consideracions i davant la gran quantitat de productes i equips que hi ha al mercat, s'ha cregut interessant fer una presentació dels diferents sistemes de tractament a que es poden sotmetre els purins, ja sigui per eliminar olors, ja sigui per reduir o per eliminar la càrrega contaminant.

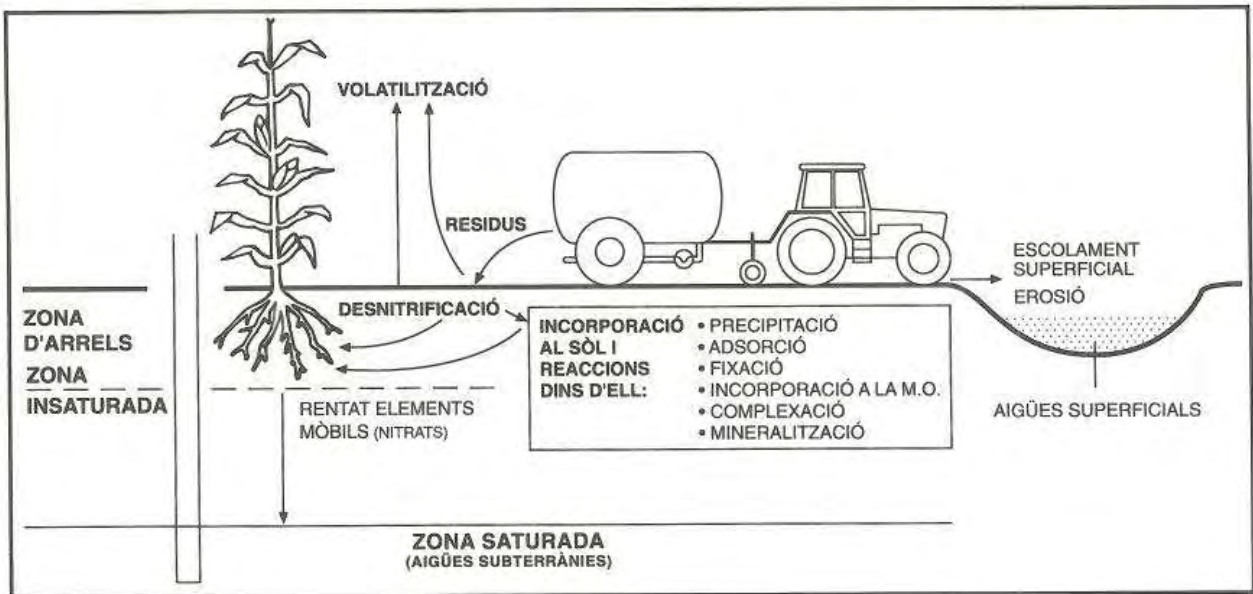
La solució més senzilla, i en principi la menys costosa i la més fàcil de gestionar, és l'aplicació o la utilització agrícola dels purins sense cap mena de tractament, d'acord amb el seu contingut en nitrogen i fòsfor, tal com es promou en aquest Manual.

En aquest cas, són possibles diverses aproximacions:

- una és aplicar el purí a unes quantitats que s'aproximin a la velocitat en què el sòl és capaç d'absorbir-lo;
- una altra és aplicar el purí i/o fem a unes quantitats que s'aproximin a la velocitat amb què els cultius són capaços de reciclar els nutrients.

Ara bé, l'aplicació de dosis excessives de materials orgànics en l'anomenat sistema sòl-aigua-planta-atmosfera (incloent les aigües subterrànies) pot ocasionar diferents tipus de desequilibris a cadascun dels elements del sistema (figura 1). Com a més importants destaquem:

Figura 1. Cicle dels residus d'origen orgànic en el sistema sòl-aigua-planta-atmosfera



— Sòl

- Excés de nitrogen.
- Excés de formes assimilables de fòsfor i potassi. Un excés de fòsfor al sòl comporta un risc potencial d'eutrofització de les aigües continentals.
- Acumulació de metalls pesants (coure i zenc).
- Salinització.

— Aigua

- Contaminació de les aigües (superficials i subterrànies) per nitrats.

— Planta

- Desequilibris lligats a una absorció excessiva de nitrogen.
- Desequilibris nutricionals lligats a una presència excessiva de formes assimilables de fòsfor i potassi al sòl.
- Toxicitats diverses.
- Sequera fisiològica.

— Atmosfera

- Producció de males olors.
- Transferència d'òxid nítrós a l'atmosfera per pèrdues per desnitrificació.
- Transferència d'amoníac a l'atmosfera per pèrdues per volatilització.

Cal fer una fertilització racional dels cultius per a reduir aquests possibles desequilibris quan els fems i els purins s'incorporen als sòls agrícoles. Sembla que el fet d'ajustar les aportacions dels purins a les necessitats dels cultius, és a dir, a unes quantitats que s'aproximin a la velocitat amb què els cultius són capaços de reciclar els nutrients, pot ésser la millor solució mediambiental.

Per això, cal considerar els fems i els purins com una font de nutrients tal com ho són els adobs minerals i aplicar d'alguna manera les regles que regeixen l'ús d'aquests adobs. Per tant, s'han d'ajustar al màxim possible les aportacions procedents de les fonts diferents de subministrament de nutrients a les extraccions totals i al ritme de les extraccions dels cultius d'elements nutritius.

Com es veurà més endavant, aquest punt de vista és un xic difícil de portar a la pràctica, bàsicament a causa de la composició d'aquests materials i a la seva dinàmica en el sòl, que fa molt difícil calcular les aportacions exactes d'elements nutritius. En qualsevol cas, convé apropar-se al màxim possible a aquest equilibri teòric d'aportacions/extraccions de nutrients. D'aquesta manera es reduiran notablement els efectes desfavorables esmentats anteriorment.

En definitiva, es pretén compaginar l'ús agrícola del territori amb el seu ús com a indret on dipositar de manera controlada els materials orgànics generats a l'explotació ramadera per tal que no es produeixi una degradació dels recursos del territori, que no en condicioni l'ús agrícola i que garanteixi una producció agrícola sostenible a llarg termini.

Cal tenir present també les limitacions del sòl sobre el qual s'apliquen els purins i les seves característiques i propietats (quadre 1).

Dins del text es trobaran una sèrie de capítols que detallen la sistemàtica per calcular un Pla d'Adobat racional basat en l'ús dels purins que poden cobrir una part o la totalitat de les necessitats de nutrients o les extraccions que realitzen els cultius.

Per demostrar aquestes qüestions es facilita una sèrie de dades (quadres i esquemes) que permeten realitzar els càlculs oportuns de les dosis a aplicar en funció de les necessitats i la producció esperada dels cultius. Per ser més aclaridors, s'han incorporat exemples resolts sobre la fertilització amb purins, basats en hipòtesis diferents.

La utilització agrícola dels purins implica que la incorporació de material orgànic al sistema productiu agrícola s'hagi, també, d'avaluar sota un punt de vista econòmic. En aquest sentit, s'introdueix una sèrie de fórmules per calcular:

- els costos de gestió dels purins en l'explotació ramadera, i,
- la reducció de costos possible a causa de la utilització del purí com a fertilitzant.

Quadre 1. Limitacions del sòl per a l'aplicació de purins
(modificat del USDA, 1983)

Propietats	Limitacions			Caràcter restrictiu
	Dèbils	Moderades	Fortes	
Conductivitat hidràulica (cm/h)	—	—	>15	Percolació
Profunditat al nivell freàtic (cm)	>90	45-90	<45	Humitat Entollament
Pendent (%) amb abancament	<10	10-20	>20	Pendent. Erosió Escolament superficial
sense abancament	<5	5-10	>10	
SAR (*) (0-50 cm)	—	—	>12	Excés de sodi
Salinitat (dS/m a 25 °C)	<4	4-8	>8	Excés de sals
CRAD(**) (m ³ /ha)	>500	500-250	<250	
Inundació	Nul·la	Ocasional	Freqüent	Inundació Contaminació
Reacció del sòl. pH horitzó superficial	4,0-8,4	>8,4	<4,0	

(*) Relació d'adsorció de sodi.

(**) Capacitat de retenció d'aigua disponible.

Sobre la base d'aquests criteris s'incorporen una sèrie de gràfics, fórmules simples i exemples per poder determinar els costos i/o ingressos de la fertilització amb productes orgànics (fems i/o purins).

A tall de resum es presenta un recull d'orientacions tècniques sobre tots els aspectes apareguts o tractats en aquest Manual.

Per últim, cal destacar que aquest treball se centra en els purins porcins, atès que és una de les espècies més importants a Catalunya; tanmateix, es pot fer extensiu a qualsevol altre tipus d'explotació ramadera que generi fems líquids (purins, sucs, mesquita, etc.).

L'emmagatzematge dels fems i dels purins

1. Introducció

En posar en marxa l'explotació ramadera no es pot descuidar o deixar per al final la construcció dels sistemes de recollida i d'emmagatzematge dels fems i dels purins.

Les explotacions ramaderes han de disposar de sistemes de recollida i emmagatzematge dels fems i dels purins construïts amb materials i formes que garanteixin l'estanqueïtat i l'emmagatzematge dels excrements i les aigües residuals per un període adequat a les possibilitats d'utilització agrícola, i amb una capacitat mínima equivalent a la producció d'aquests durant quatre mesos.

Si a l'explotació ramadera es produeixen fems sòlids o altres residus sòlids que calgui emmagatzemar, s'haurà de fer de la manera següent:

1. Sobre sòl impermeable i de resistència suficient per suportar el pes del producte, com també el dels vehicles que puguin entrar a realitzar les feines de càrrega i descàrrega d'aquests productes orgànics.
2. Amb proteccions laterals de formes i de dimensions idònies per garantir tant la no sortida del producte fora dels límits establerts, com per impedir l'entrada de líquids, de materials, de persones o d'animals indesitjables.
3. Amb un sistema de recollida d'escorrims, de suc i d'aigües pluvials i d'aigües contaminades que haurà de tenir les mateixes característiques que la resta de dipòsits que s'exposen posteriorment.

Aquest capítol se centrarà, però, en les característiques estructurals i constructives dels sistemes de recollida i emmagatzematge dels purins.

2. Sistemes de recollida i emmagatzematge

En el sistema de recollida i emmagatzematge dels purins es poden diferenciar dues zones:

- a) la situada sota les instal·lacions de l'explotació (engraellat o *slat*), que és la fossa de col·lecció pròpiament dita (col·lector), i,
- b) la situada fora de les instal·lacions de l'explotació, que és el dipòsit d'emmagatzematge (bassa).

El sistema de recollida i emmagatzematge dels purins, dins de l'explotació, està format per:

- zona engruellada,
- canal de recollida de dejeccions,
- col·lector, i,
- bassa.

a) Zona engruellada

- Ha d'estar situada en la part contrària de les menjadores,
- l'amplària i la separació entre biguetes serà funció de la fase de producció en què es troben els animals.

b) Canal de recollida de dejeccions

Al canal van a parar els excrements, l'orina i l'aigua de neteja. No té sortida lliure a l'exterior.

El canal de dejeccions pot ser:

- d'evacuació contínua,
- d'evacuació discontinua,
- evacuació mitjançant pala o tragella.

b.1. Canal d'evacuació contínua

A mesura que es produeixen els purins surten de la nau, i se n'evita així l'acumulació (vegeu el quadre 11).

En aquest sistema és convenient que existeixi un ressalt i des d'aquest punt els purins passen al col·lector de recollida.

- No són acceptables longituds superiors a 30 m dels canals; per tant, en grans estables el canal s'haurà de dividir en trams, de manera que

Quadre 11. Mides orientatives, en funció de la longitud de la nau, que es poden establir

Longitud del canal (m)	Profunditat del canal (cm)	Alçada del ressalt (cm)
10 - 15	60	6
15 - 20	80	8
20 - 25	90	10
25 - 30	100	12

cada dos trams aboquin a un col·lector comú, la profunditat del qual serà superior a la dels canals.

b.2. Sistema d'evacuació discontinua

- En aquest sistema, l'extrem de sortida del canal es tanca mitjançant una comporta que s'obre periòdicament per donar pas al fem fluid.
- La profunditat del canal ha de ser de 60 cm, si es treuen els fems dos cops per setmana, o de 80 cm, si es treuen un sol cop per setmana.
- Si la distància a la fossa és curta, el canal desemboca directament a la fossa; però si la distància és llarga, el desguàs s'ha de fer mitjançant una conducció a cel obert o soterrada.

Si s'utilitza canonada, el diàmetre mínim ha de ser de 25 cm i el pendent del seu recorregut ha de ser, al menys, del 10 %.

b.3. Evacuació mitjançant pala o tragella

- Aquest sistema és aconsellable quan no es disposa d'aigua per a la neteja i quan no es pot aprofundir l'excavació per fer el canal d'escolament continu.
- La tragella recorre el fons del canal accionada per un petit motor elèctric.
- La profunditat del canal ha de ser entre 40 i 50 cm.
- La sortida del canal ha d'estar coberta.
- Tot el sistema d'evacuació ha d'estar impermeabilitzat.

3. Fosses i basses

El sistema de recollida i emmagatzematge de fems i de purins ha d'estar construït de tal forma que s'eviti:

- Que es produeixin infiltracions cap a capes subterrànies amb la consegüent contaminació del medi.
- Que es produeixin entrades d'aigua cap a l'interior de la fossa i del dipòsit, cosa que fa que el volum de líquid augmenti, la concentració d'elements fertilitzants del purí es redueixi, el seu maneig es dificulti i doni lloc a vessaments del sistema d'emmagatzematge.
- Que s'hagi de buidar la fossa i el dipòsit en moments poc conuenients. Per tant el sistema d'emmagatzematge ha de tenir una capacitat suficient.

3.1. Característiques constructives

La característica més important en tot el sistema de recollida i emmagatzematge és l'estanqueïtat, de manera que no hi pugui entrar cap líquid (de fora cap a endins, per les parets) ni sortir el líquid contingut (purí). Aquest requisit l'han de complir tant les fosses soterrades com els dipòsits elevats o no.

Les fosses i les basses poden ser d'obra o impermeabilitzades amb làmina plàstica, de manera que en garanteixin el segellat i la impermeabilització total.

3.2. Dipòsits i conduccions

3.2.1. Parets

Han de considerar-se dues característiques:

a) Resistència a les pressions laterals

- A la pressió del líquid.
 - Les formes cilíndriques són recomanables, atès que reparteixen uniformement les forces.
 - Si el sistema d'emmagatzematge és quadrat, els angles s'han de reforçar amb ferro, atès que són els punts més fràgils.
- A la pressió exterior del sòl i de les aigües d'infiltració, sobretot quan la fossa està buida.
 - S'ha de preveure un drenatge eficaç en la perifèria de les parets quan la fossa està tancada.

b) Estanqueïtat de les parets

S'ha d'anar amb compte en l'elecció de la parcel·la, sobretot en les fosses soterrades.

Ha de considerar-se el següent:

— Porositat del formigó.

El formigó té una microporositat que es pot tancar amb el temps per partícules del purí, que es comporten com l'argila.

Però també es poden produir fissures com a conseqüència de determinades condicions climàtiques o de moviments del terreny (si no està estabilitzat).

Per tant, les fosses i els dipòsits de formigó s'han de construir amb un formigó especial, amb pintures especials o qualsevol altre mitjà que garanteixi aquesta estanqueïtat.

— Fosses amb planxes de ferro no vitrificades.

Aquestes fosses es poden malmetre, sobretot en aquells llocs on es produeixen alternativament condicions d'aerobiosi i d'anaerobiosi (fermentacions dels purins amb presència d'aire o sense, respectivament).

Per evitar aquests problemes actualment al mercat es troba:

- Dipòsits metàl·lics, els quals en la part interior contenen un altre dipòsit estanc realitzat amb làmina impermeable, generalment de polietilè d'alta densitat (PEAD), de clorur de polivinil (PVC) especial per a purins o de cautxú;
- Dipòsits metàl·lics vitrificats o amb revestiments especials que resisteixen els atacs químics i bacteriològics que es produeixen quan s'emmagatzemen purins. S'han de vigilar especialment les juntes i els punts d'unió de les peces.

3.2.2. Paviments

- El paviment de la fossa i del dipòsit de purins ha de complir les mateixes característiques que les parets, pel que fa als materials de construcció.
- Haurà de tenir un pendent del 5 % al 10 % cap a la porta de sortida o pou de bombeig.

3.3. Basses impermeabilitzades

3.3.1. Basses per a purins amb làmina plàstica com a element impermeabilitzant

En moltes explotacions la construcció de fosses o de dipòsits representa una despesa molt elevada. No per això, però, s'ha de deixar de fer.

El desenvolupament de materials impermeabilitzants nous més econòmics que els emprats clàssicament permet utilitzar-los per emmagatzemar purins.

Per aquest motiu, el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya ha redactat un petit manual titulat *Recomanacions per a la construcció de basses per purins*, on detalla el sistema de construcció i els materials que han de garantir la impermeabilització del vas receptor.

Aquest manual recull, com a innovació que cal destacar, el concepte d'*impermeabilització* (vegeu el quadre 12). Les basses proposades es van concebre com a magatzems controlats per dur-hi a terme un trànsit de purins, és a dir, entrades des de les explotacions agro-pecuàries excedentàries i sortides cap a explotacions agrícoles en què el purí s'utilitza com a fertilitzant.

Quadre 12. Informació base que recull el manual *Recomanacions per a la construcció de basses per purins*

1. Orientacions tècniques de construcció de basses impermeabilitzades amb làmina plàstica.	1.1. Disposicions en planta i secció (figures 2 i 3). 1.2. Característiques del moviment de terres.
2. Desenvolupament de les característiques impermeabilitzants de làmines plàstiques per a basses que han de contenir purins.	2.1. Característiques impermeabilitzants de les làmines plàstiques i la normativa que s'hi aplica.
3. Caracterització dels sistemes de recollida de fuites i dels sistemes d'airejament de la capa drenant.	3.1. Sistema de recollida de possibles filtracions (fuites per accident) a través de la làmina plàstica. 3.2. Sistema d'airejament de la capa drenant.
4. Desenvolupament de les característiques dels molls de càrrega/descàrrega, dels sistemes de protecció i del manteniment de la bassa.	4.1. Rampa d'accés i protecció de la zona de treball, per facilitar les operacions de càrrega i de descàrrega i evitar els accidents possibles (figures 4 i 5). 4.2. Manteniment de les instal·lacions i neteja de la bassa perquè no perdi la capacitat d'emmagatzematge.

Aquests sistemes d'emmagatzematge estan pensats per regular l'aplicació agrícola dels purins de tal forma que aquesta només es dugui a terme en els moments més adequats.

Si s'utilitza aquest material com element impermeabilitzant cal vigilar acuradament el temps de garantia i de durada de la làmina i evitar les agressions mecàniques.

3.4. Cobertura

Encara que surti més car, és aconsellable la cobertura de les fosses i dels dipòsits, atès que:

- evita l'entrada d'aigües de pluja,
- evita males olors,

Figura 2. Planta tipus de 1.000 a 3.000 m³ d'una bassa per emmagatzemar purins

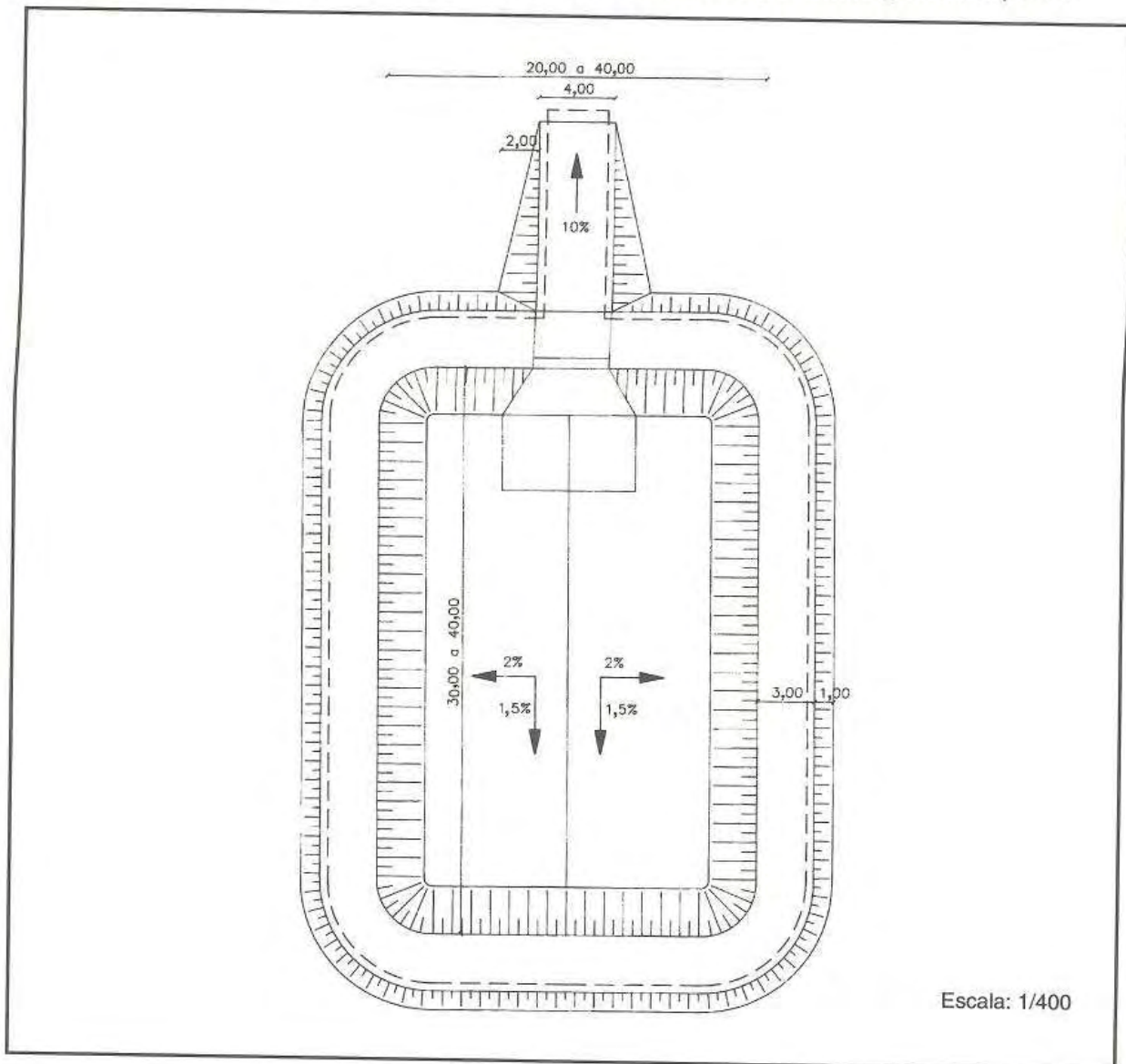


Figura 3. Seccions transversals d'una bassa per emmagatzemar purins

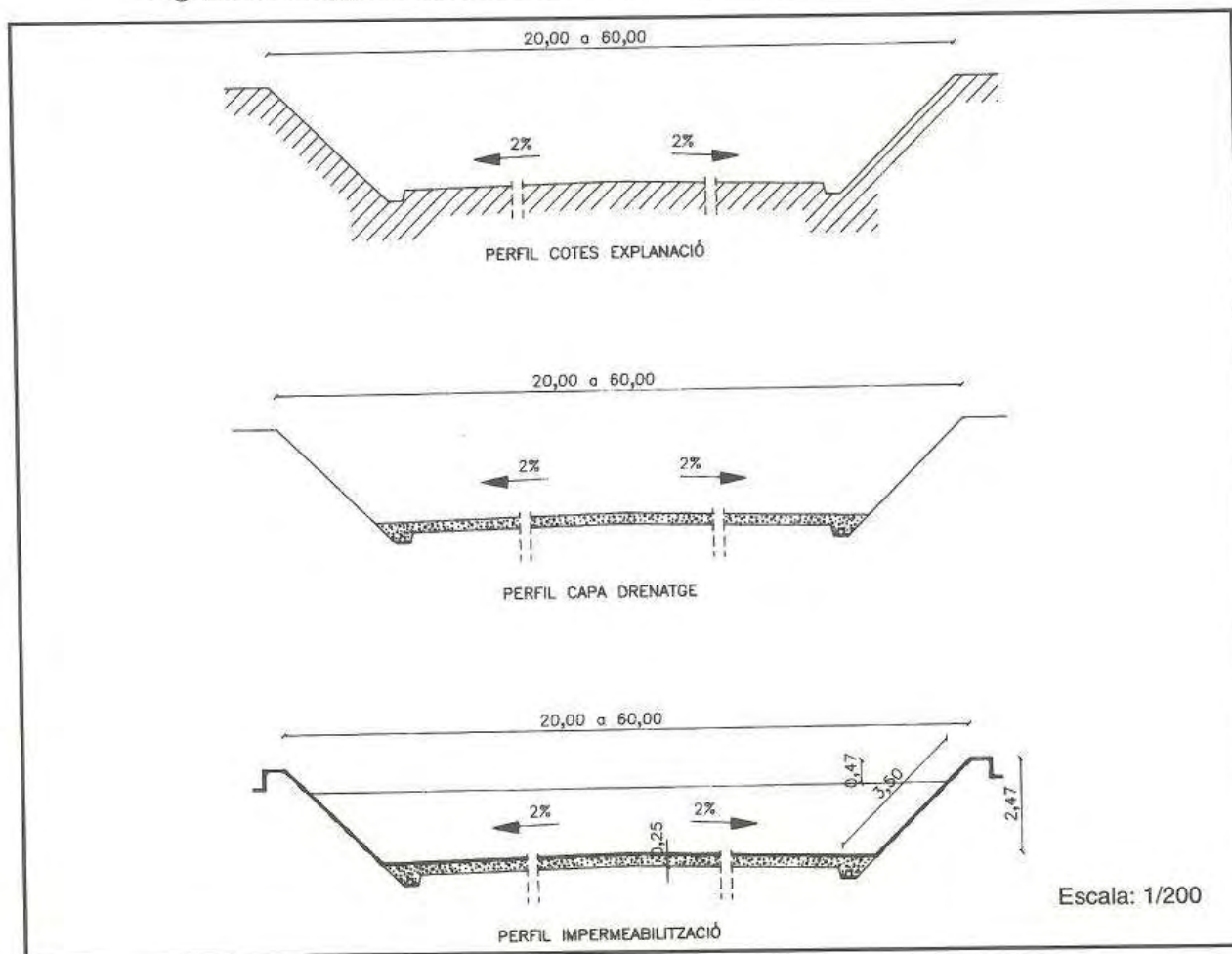
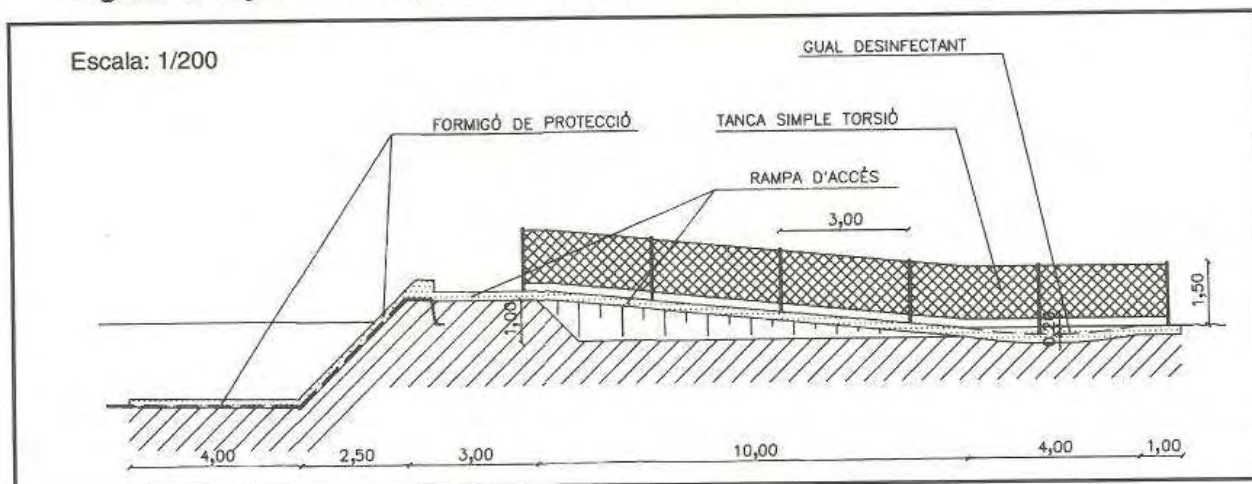


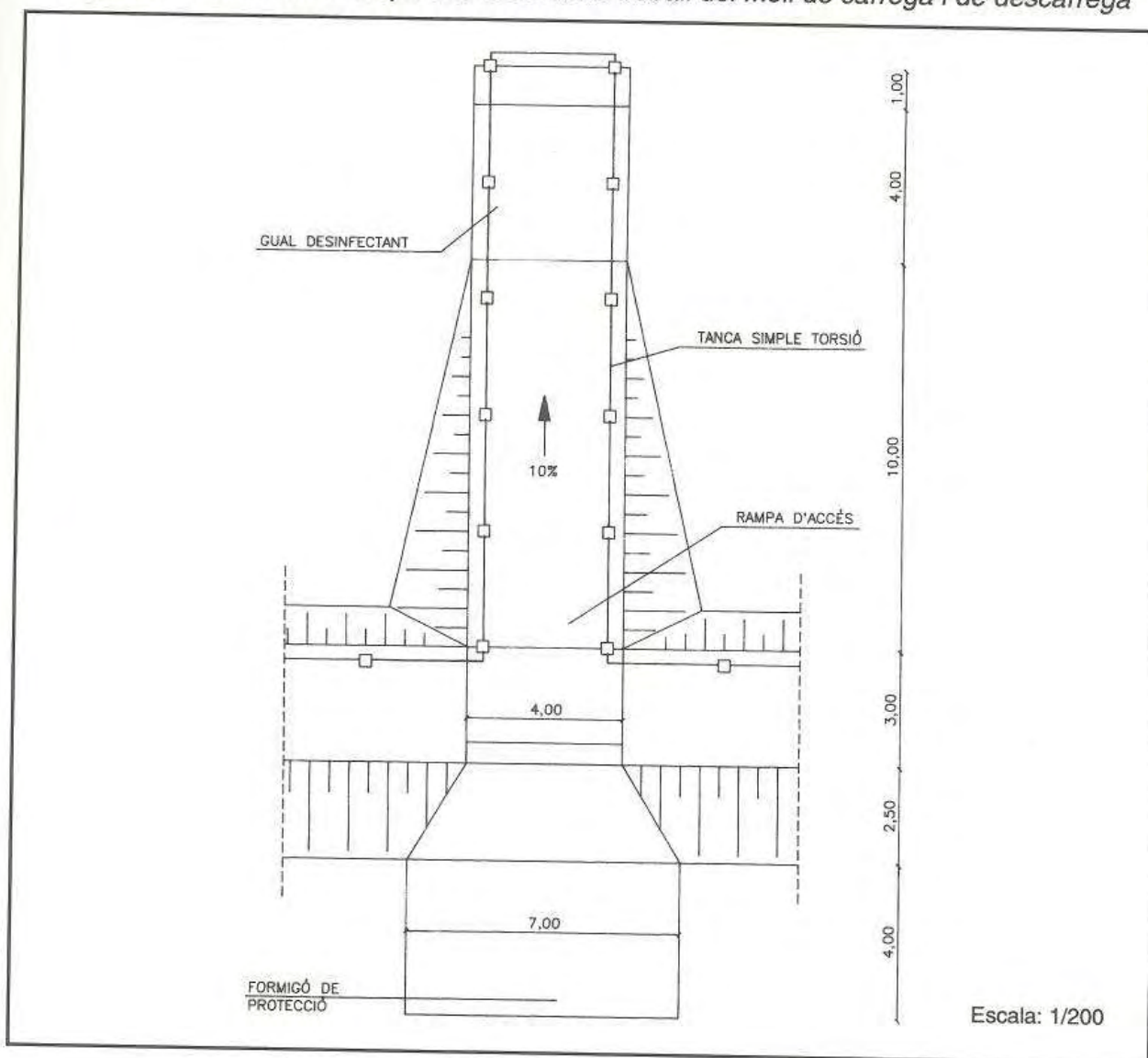
Figura 4. Alçat de la rampa i de la zona de treball del moll de càrrega i descàrrega



- evita la multiplicació de paràsits i insectes,
- redueix la dessecació de la capa superior,
- evita accidents.

Si no es cobreix la bassa, s'ha de col·locar una tanca perimètrica d'una alçada mínima d'1,5 m.

Figura 5. Planta de la rampa i de la zona de treball del moll de càrrega i de descàrrega



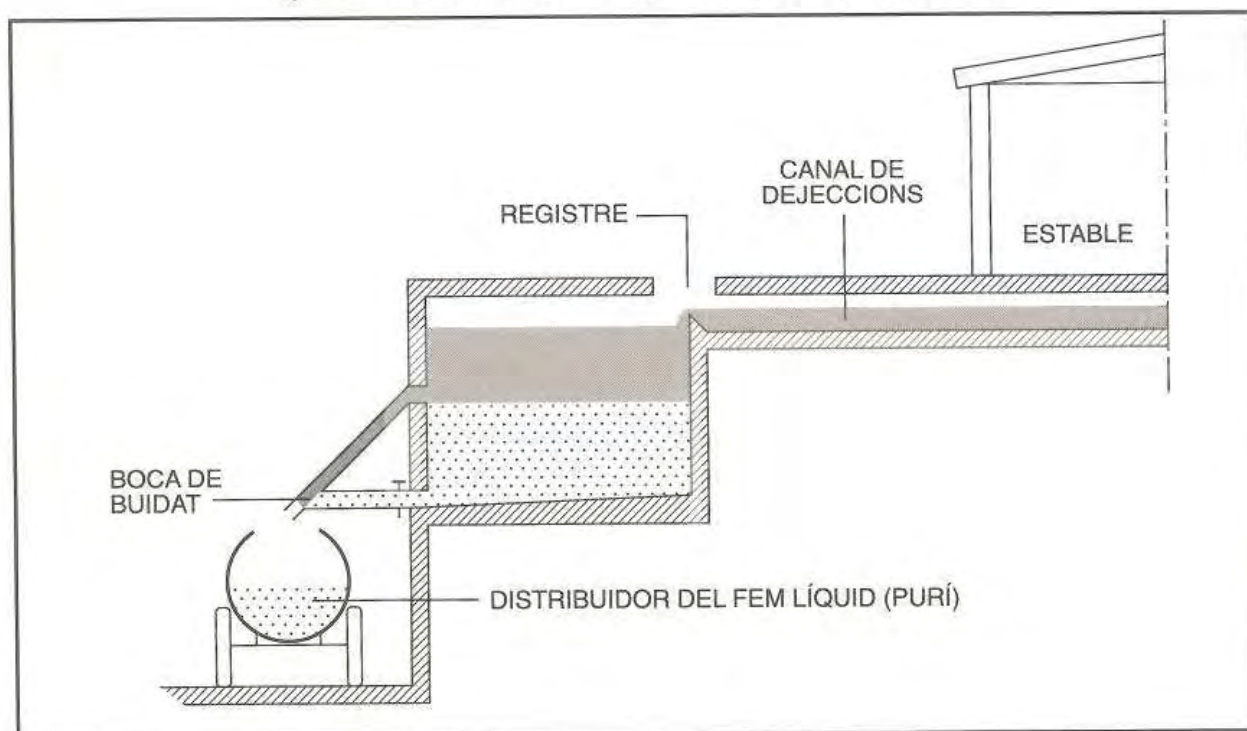
3.5. Buidatge

El buidatge dels sistemes d'emmagatzematge es pot fer de dues maneres:

- Per gravetat
- Per bombament

3.5.1. Buidatge per gravetat

- El sistema d'emmagatzematge haurà de disposar d'un desnivell a la solera.
- La conducció de sortida haurà de comunicar amb dos forats situats a diferents alçades (figura 6).

Figura 6. Sistema de buidatge dels purins per gravetat

Pel forat situat al punt més baix de la fossa i del dipòsit surt la part més líquida de la mescla. Aquest forat és el de diàmetre més petit.

El forat de diàmetre més gran està situat a mitja alçada de la fossa o del dipòsit i pel qual surt una mescla d'elements sòlids i líquids.

3.5.2. Buidatge per bombament

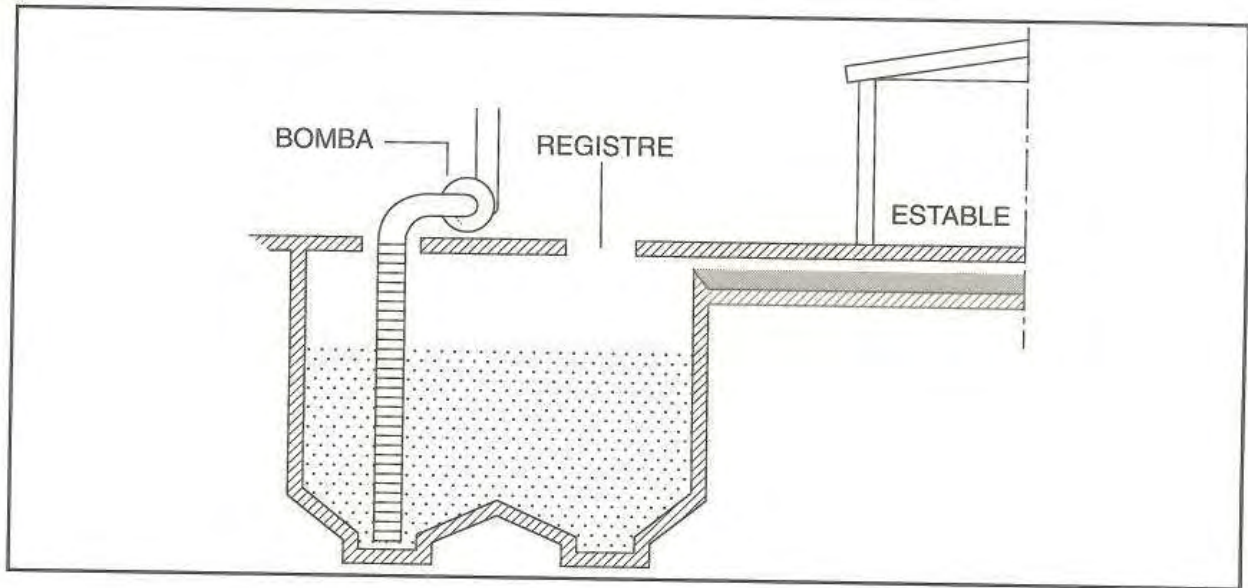
- És imprescindible quan la fossa o bassa està soterrada.
- Abans de procedir a l'evacuació del purí s'ha de remenar, per tal d'homogeneïtzar la mescla. A més a més, amb aquest procediment s'aconsegueix un valor fertilitzant millor.
- L'homogeneïtzació del purí pot dur-se a terme insuflant aire amb un compressor o amb dispositius mecànics (figura 7).

A les zones on es realitza la càrrega del purí, els equips i els mitjans de transport han de garantir que no es produeixin pèrdues en cap moment.

4. Capacitat d'emmagatzematge

Una capacitat d'emmagatzematge adient dels purins és molt important a l'explotació, atès que:

Figura 7. Sistema de buidatge dels purins per bombament



- evita riscos de vessament en períodes plujosos,
- permet fer l'aplicació dels purins quan realment les plantes ho necessiten i quan l'estat del sòl ho permet, i no quan la fossa està plena. Això comporta treure més rendiment al valor fertilitzant del purí i evitar problemes legals per un ús incorrecte o una mala gestió d'un residu,
- facilita la destrucció de gran part de la càrrega microbiana.

Per calcular la capacitat d'emmagatzematge (rellegiu el capítol 1), s'ha de tenir en compte el següent:

- les dejeccions dels animals,
- les aigües de neteja,
- les fuites dels abeuradors i el mal ús d'aigua que fan els animals,
- la freqüència de buidat,
- les aigües de pluja,
- les altres aigües (provinents de les zones brutes de l'explotació).

Cal tenir especial cura amb aquests dos darrers aspectes, ja que poden representar un increment molt important del volum de suc que es produeixen a l'explotació. Sempre que sigui possible s'ha d'evitar que les aigües pluvials i altres aigües vagin a parar a la fossa o el dipòsit dels purins. En noves construccions una actuació d'aquestes característiques serà inadmissible.

Dejeccions dels animals i les aigües

La quantitat de dejeccions que els animals produeixen varia segons:

- l'espècie animal,
- l'estat fisiològic,
- l'alimentació.

En el càlcul de producció de purins, cal comptar, a part dels excrements que l'animal produeix, totes aquelles aigües que van a parar de forma directa o indirecta a la fossa i a la bassa.

En el cas de no conèixer les necessitats d'emmagatzematge, es poden utilitzar els valors del quadre 13, que es refereix a la capacitat necessària que han de tenir les fosses per al bestiar porcí.

Quadre 13. Capacitat necessària de la fossa per mes i cap de bestiar porcí

<i>Categoria d'animal</i>	<i>Capacitat considerada (m³)*</i>
Verro	0,30-0,50
Truja gestant	0,30-0,40
Truja criant	0,50-0,70
Recria	0,06-0,16
Engreix	0,15-0,30

* Trieu els valors baixos pels casos en que s'emprin sistemes que comportin una reducció de la producció del purí. Trieu els valors alts quan s'utilitzin sistemes que comportin un major ús de l'aigua o que les instal·lacions siguin més deficientes.

Freqüència del buidatge

La freqüència del buidatge del sistema d'emmagatzematge és funció de:

- els cultius i les condicions climàtiques de la zona,
- les superfícies disponibles per a l'escampada del purí,
- la disposició d'un sistema de tractament o d'emmagatzematge individual o col·lectiu.

Per gestionar de manera acurada els purins com a fertilitzants, cal tenir una capacitat d'emmagatzematge suficient d'acord amb el pla d'adobatge dels cultius o la rotació d'aquests cultius.

Aigües de pluja

Per calcular el volum d'aigua de pluja (o d'escolament) que va a parar a la fossa cal multiplicar la superfície de la fossa en m^2 (o la superfície de les edificacions en m^2 , en cas que aquestes aigües també vagin a parar a la fossa, cosa que és desaconsellable ja que s'incrementen considerablement les necessitats d'emmagatzematge) per la pluviometria en mm (passat a metres) i cal dividir posteriorment entre el període de temps més llarg o més plujós entre buidatges (l/m^2 /del període considerat).

La capacitat total del sistema d'emmagatzematge es calcula de la manera següent:

CAPACITAT DEL SISTEMA = (Nombre d'animals x producció per mes x mesos necessaris entre buidatges) + (aigües de pluja, del període considerat, si el sistema no és cobert)

Glossari

- AERACIÓ DEL SÒL.** Intercanvi de l'aire del sòl amb el de l'atmosfera. Quan un sòl està ben airejat la composició de l'aire del sòl és similar a l'atmosfera; en cas contrari, el contingut de CO₂ és molt més alt.
- AFLUENT.** Líquid que entra en un procés de pre-tractament o tractament. En aquest manual aquest concepte s'equipara a un purí fresc que no ha patit cap tipus de manipulació física, química o biològica.
- CAPACITAT DE CAMP.** Contingut d'aigua d'un sòl després d'haver estat saturat i haver drenat lliurement, sense evaporació, durant dos o tres dies. Usualment es determina en sòls de textura més fina que l'arenosa com la quantitat d'aigua que reté una mostra després d'ésser sotmesa a una pressió de 33 kPa.
- CRAD (Capacitat de Retenció d'Aigua Disponible).** Capacitat dels sòls de retenir aigua que pot ésser aprofitada per la majoria de les plantes. Es pot expressar en mm d'aigua per una fondària determinada del sòl. Es calcula com a diferència entre l'aigua retinguda a «capacitat de camp» i a «punt de marciment permanent».
- CÀRREGA CARBONOSA.** S'entén per a aquelles matèries orgàniques que són biodegradables. La càrrega carbonosa pot eliminar-se o reduir-se per l'acció de microorganismes. Aquests ho fan per un procés de combustió o de transformació química de la matèria orgànica present al purí.
- La càrrega carbonosa pot expressar-se també sota la forma de DBO₅ i DQO.
- En funció del sistema de tractament utilitzat (aerobi o anaerobi) apareix, respectivament: CO₂ més calor; CO₂ i CH₄ més calor.
- CÀRREGA CONTAMINANT.** Vegeu càrrega volumètrica.
- CÀRREGA RAMADERA.** Nombre d'unitats ramaderes per unitat de SAU. Es considera unitat ramadera els animals equivalents a un de bestiar major (p. ex. un boví).
- CÀRREGA VOLUMÈTRICA.** És la quantitat de elements i compostos (DBO₅, DQO, N, P i altres) presents als purins, expressats en kg d'element o compost per unitat de volum o per dia. Aquest concepte s'associa a tot el procés de depuració i a les seves constants de funcionament. Els rendiments de depuració són proporcionals a la càrrega volumètrica d'entrada i al temps de retenció hidràulica.
- CLASSE DE DRENATGE.** Facilitat en què l'aigua és eliminada de l'interior del sòl. És també la freqüència i la duració dels períodes de saturació (manca d'oxigen) total o parcial del sòl.

CONDUCTIVITAT ELÈCTRICA. Facilitat al pas del corrent elèctric a través d'una dissolució aquosa. És un índex de la salinitat de la solució. Es mesura en dS/m (equivalent a mmho/cm) a 25 °C.

CONDUCTIVITAT HIDRÀULICA. Facilitat en què l'aigua es transmet a través del sòl. És el factor de proporcionalitat (k) de la llei de Darcy quan s'aplica un flux d'aigua al sòl, i que numèricament equival al flux d'aigua per unitat de gradient hidràulic. S'expressa en m/sg quan el gradient està en m/m.

DBO₅ (Demanda Biològica / Bioquímica d'Oxigen). Correspon a la concentració d'oxigen necessària per oxidar la matèria orgànica biodegradable present en una mostra d'aigua, per l'acció de microorganismes aerobis. D'acord amb aquest paràmetre es pot avaluar indirectament la concentració de la matèria orgànica que conté un líquid; en el nostre cas, un purí.

Per a la determinació de la DBO s'assenyala convencionalment un període de 5 dies i a una temperatura de 20 °C (DBO₅).

DQO (Demanda Química d'Oxigen). És una determinació de la matèria orgànica present en una mostra d'aigua mitjançant l'acció oxidant d'un reactiu especialment energètic en aquest sentit. Aquesta determinació és més ràpida i dona resultats més alts que els que s'aconsegueixen amb la DBO₅.

DESCOMPOSICIÓ ANÒXICA. Procés de depuració que consisteix en la transformació dels nitrats, presents en un líquid, a nitrogen gas. Aquesta operació es duu a terme sense oxigen, essent equiparable a la digestió anaeròbia.

DESNITRIFICACIÓ. És la reducció o descomposició dels nitrats, presents en un líquid o al sòl, a nitrogen gas.

DIGESTIÓ AERÒBIA. Procés biològic pel qual substàncies o matèries (orgàniques i inorgàniques) presents al purí es descomponen en altres compostos més senzills en presència d'oxigen i per l'acció de microorganismes.

DIGESTIÓ ANAERÒBIA. Procés biològic pel qual substàncies o matèries (orgàniques i inorgàniques) presents al purí es descomponen en altres compostos més senzills en absència d'oxigen i per l'acció de microorganismes.

EFLUENT. Líquid que surt d'un procés de pre-tractament o tractament. En aquest manual aquest concepte s'equipara al purí procedent d'un pre-tractament o d'un tractament.

EUTROFITZACIÓ. Enriquiment de les aigües naturals per nutrients minerals, generalment nitrogen i molts cops per fòsfor. Aquestes aportacions provoquen un creixement desmesurat de les plantes aquàtiques. En aquests casos es detecta un increment del consum d'oxigen dissolt a l'aigua, fet que comporta el seu esgotament i pot ocasionar la mort de peixos i d'altres espècies aquàtiques.

EXPORTACIONS. En aquest Manual s'empra en el sentit de la quantitat de nutrients que es treuen fora de la parcel·la (o altra superfície) bé amb la collita, bé amb altres subproductes.

EXTRACCIONS. En aquest Manual s'empra en el sentit de la quantitat de nutrients que absorbeixen (en el seu màxim) els cultius per a una producció determinada.

ÍNDIX DE CONVERSIÓ. Capacitat de l'animal per transformar l'aliment i incrementar-ne el pes. S'expressa com a relació entre el nombre de quilos d'aliment necessari per tal que l'animal incrementi un kg el seu pes viu.

LLERA PÚBLICA. Zona per on circula aigua com a corrents naturals contínues o discontinües. També s'inclouen:

- les aigües continentals superficials i subterrànies,
- els llacs, estanys i embassaments superficials, i,
- els aqüífers subterranis.

Aquest terme també s'anomena: Domini Públic Hidràulic (Llei 29/85 d'Aigües).

MES (Matèries en Suspensió). Són aquelles matèries presents en el purí que poden ser eliminades per filtració (retingudes en un filtre) o per centrifugació.

MST (Matèria Seca Total). És la fracció de matèria que resta quan s'ha eliminat tota l'aigua. Inclou diferents tipus de materials sòlids i en dissolució.

MVT (Matèria Volàtil Total). És aquella part de la matèria seca total d'una mostra que s'allibera quan s'escalfa durant una hora a 600 °C.

MINERALITZACIÓ DEL NITROGEN. Transformació bacteriana de les substàncies orgàniques del sòl, mitjançant la qual el nitrogen d'aquestes substàncies passa a ésser inorgànic i es solubilitza.

NITRIFICACIÓ. És la transformació de la matèria orgànica per formar NO_3^- mitjançant bacteris nitrificants. Aquests compostos poden ser descomposats (desnitrificació) per alliberar nitrogen gas. Els processos de nitrificació i desnitrificació poden existir simultàniament, amb unes condicions de maneig adequades, en el tractament dels residus.

NIVELL FREÀTIC. Fondària en què apareix el sòl saturat, és a dir, que havent-hi obert un forat al sòl aquest s'omple d'aigua de manera permanent.

PERFIL. Tall vertical del sòl a través de tots els horitzons o les capes i que s'estén fins al material inalterat.

PERMEABILITAT. Facilitat amb què els gasos, els líquids o les arrels penetren o passen a través de la massa del sòl o d'un horitzó.

POTENCIAL DE L'AIGUA AL SÒL. Energia que s'ha de desenvolupar per transportar la unitat d'aigua pura des d'un estat de referència fins a la posició en què es troba, sempre sota unes determinades condicions de temperatura i de pressió.

PROCÉS D'AEROBIOSI. Aquell que es produeix en presència d'aire (oxigen). Sinònim de digestió aeròbia.

PROCÉS D'ANAEROBIOSI. Aquells que es produeix sense aire (oxigen). Sinònim de digestió anaeròbia.

PUNT DE MARCIMENT PERMANENT. Es defineix com el contingut d'aigua al sòl al què les plantes (concretament el gira-sol) marceixen de forma irreversible. Usualment es mesura la quantitat d'aigua que una mostra del sòl reté després d'haver estat sotmesa durant 48 hores a una pressió de 1.500 kPa.

PURÍ. Les dejeccions animals (orina i excrements sòlids), amb restes de jaç, aliments i aigua en quantitats variables, que resulten del sistema productiu dels animals.

REACCIÓ DEL SÒL. Grau d'acidesa o basicitat del sòl expressat en termes de pH, que és el logaritme negatiu de l'activitat de l'hidrogen.

SALINITAT. Presència de sals solubles a l'aigua o a la solució del sòl. Es pot expressar en g/l, però normalment es mesura com a conductivitat elèctrica i s'expressa en dS/m a 25°C.

SAU (Superfície Agrària Útil). És la superfície de terres llaurades més la superfície dedicada a pastures permanents.

SAR (Relació d'Adsorció de Sodi)

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \text{ (mmol/l)}^{1/2}$$

SÈRIES DECREIXENTS. Sèrie de coeficients correctors que permeten calcular la dosi d'un determinat adob orgànic que s'ha d'aplicar anualment per tal d'obtenir una quantitat constant de nitrogen mineralitzat. Pretenen integrar en la recomanació d'adobat l'efecte residual dels adobs orgànics quan s'apliquen al sòl.

SODICITAT. Presència d'elevades quantitats de sodi de canvi en el sòl, el qual dona males propietats físiques i/o limita el creixement de les plantes. S'avalua mitjançant el SAR.

TEMPS DE RETENCIÓ HIDRÀULICA. És el temps necessari perquè els microorganismes o d'altres sistemes, que rebaixen o eliminen la càrrega contaminant d'una aigua bruta o d'un purí, actuïn sobre els valors d'entrada dels paràmetres de contaminació.

VOLATILITZACIÓ DE L'AMONÍAC. Transformació de l'amoni líquid a gas.



ISBN 84-393-3236-X
9 788439 332367



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
Junta de Residus



Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura,
Ramaderia i Pesca

